

# EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

EP 30334 (2)

PUBLICATION NUMBER : 2000104743  
PUBLICATION DATE : 11-04-00

APPLICATION DATE : 30-09-98  
APPLICATION NUMBER : 10277467

APPLICANT : NTN CORP;

INVENTOR : MAEDA KIKUO;

INT.CL. : F16C 33/62 C21D 1/06 C21D 1/18 C21D 9/40 C23C 8/26 F16C 33/32 F16C 33/34

TITLE : ROLLING BEARING AND MANUFACTURE OF SAME

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rolling bearing that ensures an extended life even under elevated temperatures and bearing pressures, and a manufacturing method of such rolling bearings.

SOLUTION: This rolling bearing comprises an inner ring, an outer ring and rolling elements, at least any one of which consists of a secondary hardened steel and includes eutectic carbide and a surficial nitrogen diffusion layer. The surface has Vickers hardness of 1,000 or more and a residual compressive stress of 200 MPa or more.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-104743

(P2000-104743A)

(43) 公開日 平成12年4月11日 (2000. 4. 11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/62		F 1 6 C 33/62	3 J 1 0 1
C 2 1 D 1/06		C 2 1 D 1/06	A 4 K 0 2 8
1/18		1/18	P 4 K 0 4 2
9/40		9/40	A
C 2 3 C 8/26		C 2 3 C 8/26	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-277467

(22) 出願日 平成10年9月30日 (1998. 9. 30)

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 前田 喜久男

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

Fターム (参考) 3J101 BA70 DA02 DA20 EA02 EA05

EA78 FA31

4K028 AA02 AA03 AB01 AB06

4K042 AA22 BA03 DA01 DA02 DA06

DC04

(54) 【発明の名称】 転がり軸受およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高温・高面圧下においても長寿命を示す転がり軸受およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 内輪、外輪および転動体を備えた転がり軸受であって、内輪、外輪および転動体の少なくとも1つが二次硬化鋼で構成されかつ共晶炭化物を有し、かつ表層に窒素の拡散層が分布している。表層のビッカース硬さは1000以上であり、かつ表層の残留圧縮応力は200MPa以上である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内輪、外輪および転動体を備えた転がり軸受であって、前記内輪、外輪および転動体の少なくとも 1 つが二次硬化鋼で構成され、かつ共晶炭化物を有し、かつ表層に窒素の拡散層を有しており、前記表層のビッカース硬さ HV は 1000 以上であり、かつ前記表層の残留圧縮応力は 200 MPa 以上である、転がり軸受。

【請求項 2】 内輪、外輪および転動体の少なくとも 1 つを二次硬化鋼で形成する工程と、前記二次硬化鋼に焼戻し処理を施す工程と、前記焼戻し処理中または焼戻し処理後にフェライト温度域で窒化処理を施す工程とを備えた、転がり軸受の製造方法。

【請求項 3】 前記フェライト温度域で窒化処理を施す工程は、温度 500℃ 以上 600℃ 以下で 0.5 時間以上の条件で行なわれる、請求項 2 に記載の転がり軸受の製造方法。

【請求項 4】 前記フェライト温度域で窒化処理を施す工程は、前記二次硬化鋼の表面に窒素を拡散させて拡散層を形成するとともに、窒素を含む化合物層を形成することを含み、前記化合物層を除去して前記二次硬化鋼の表面に前記拡散層を残存させる工程をさらに備える、請求項 2 または 3 に記載の転がり軸受の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、転がり軸受およびその製造方法に関し、特に、高温雰囲気で使用される転がり軸受およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】高温軸受用材料には、高温雰囲気でも硬度が低下しない高速度工具鋼（SKH 材）や T1 や準高速度工具鋼 M50 が使用される。これらの鋼は、Cr、Mo または W などの炭化物形成元素を多量に含み、これらの元素の炭化物が焼戻し過程で析出することにより二次硬化現象が発現して焼戻し時の硬度低下が防止されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの鋼は溶解過程で既に大きな炭化物（共晶炭化物）を含んでいる。このため、軸受が高荷重条件で使用されると、この共晶炭化物が応力集中源として作用して軸受が短寿命になったり、共晶炭化物が表面から脱落して表面起点剥離が生じる。これを防止するためには、従来、よい方法がなく、高い面圧条件でこれらの鋼を使用した長寿命軸受を提供することはできなかった。

【0004】そこで、この発明は、上述のような問題を解決するためになされたものであり、高温かつ高面圧の

条件下で使用されても寿命が長い転がり軸受およびその製造方法を提供することを目的とするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本願発明者らは、高温かつ高面圧の条件下において転がり軸受の寿命を長くするためのさまざまな実験を行なったところ、以下の知見を得た。

【0006】すなわち、本願発明者らは、二次硬化のための焼戻し処理中にフェライト温度域での窒化処理を行なうことにより、表面の脆弱な化合物層の除去後でも表面硬度を HV1000~1200 とでき、かつ表層の残留圧縮応力を 200 MPa 以上に見出した。

【0007】これらの知見に基づきなされた本発明の転がり軸受は、内輪、外輪および転動体を備え、内輪、外輪および転動体の少なくとも 1 つが二次硬化鋼で構成されかつ共晶炭化物を有し、かつ表層に窒素の拡散層を有している。ここで、二次硬化鋼とは、二次硬化現象を示す鋼をいう。そして表層のビッカース硬さ HV は 1000 以上であり、かつ表層の残留圧縮応力は 200 MPa 以上である。

【0008】このように構成された転がり軸受では、二次硬化鋼が用いられているため、二次硬化現象により高温環境下で使用されても硬度低下が防止される。また表層のビッカース硬さを 1000 以上と母層の硬度を高くできるため、共晶炭化物とその周囲の鋼（母層）との硬度差が少なくなり共晶炭化物が応力集中源となることを防ぐことができる。また、表層に 200 MPa 以上の残留圧縮応力を付与しているため共晶炭化物の表面からの脱落を防ぎ表面起点型損傷や通常の内部起点型損傷の発生を大幅に抑制でき、高面圧下での転動寿命を従来例より向上させることができる。以上より、高温・高面圧下においても長寿命を示す転がり軸受が得られる。

【0009】また、この発明に従った転がり軸受の製造方法は、内輪、外輪および転動体の少なくとも 1 つを二次硬化鋼で形成する工程と、二次硬化鋼に焼戻し処理を施す工程と、焼戻し処理中または焼戻し処理後にフェライト温度域で窒化処理を施す工程とを備える。

【0010】このような工程に従えば、フェライト温度域で窒化処理を施すことにより表層のビッカース硬さを大きくし、かつ表層の残留圧縮応力を大きくすることができる。その結果、共晶炭化物が応力集中源となるのを防ぎ、かつ表面から脱落するのを防止することができる。また、二次硬化鋼が用いられているため、焼戻し処理により共晶炭化物を析出する二次硬化現象が発現し、硬度低下を防止することができる。以上より、高温・高面圧下においても長寿命を示す転がり軸受を製造することができる。

【0011】また、フェライト温度域での窒化処理を焼戻し処理と同じ工程で行なう場合には、これらの処理を

分けて行なう場合と比較して製造工程を削減することができる。

【0012】また、窒化処理の効果を最大限発揮させるためには、温度500℃以上600℃以下で0.5時間以上の条件でフェライト温度域で窒化処理が行なわれることが好ましく、時間を0.5時間以上3時間以下とすれば、さらに好ましい。

【0013】また、フェライト温度域で窒化処理を施す工程は、二次硬化鋼の表面に窒素を拡散させて拡散層を形成するとともに、窒素を含む化合物層を形成することを含み、この窒化処理後に化合物層を除去して二次硬化鋼の表面に拡散層を残存させる工程がさらに備えられていることが好ましい。これにより、表層に形成された脆弱な化学物層を除去することができる。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】この発明の1つの実施の形態では、温度550℃～580℃で表面を硬化させるガス軟窒化やタフトライド処理により、SKHやM50に代表される高速度工具鋼の焼戻し過程を利用した表面硬化処理が行なわれる。その後、表面層に形成した脆弱な化合物層のみが研磨で除去されて、鋼中に窒素が拡散した硬化層のみが残存される。これにより、高硬度かつ脆さのない硬化層が軸受転送面表層部に残留される。

【0015】Cr、WまたはMoなどの合金元素量が多い方が硬化層は硬化しやすく、高速度鋼にこれらの窒化処理を施すことで容易にビッカース硬度HVが1000以上の拡散層を形成できる。この拡散層内には200MPa以上、好ましくは400MPaを超える残留圧縮応力が付与される。これにより、共晶炭化物と周囲との硬度差を少なくして応力集中を防ぐとともに共晶炭化物の脱落を防ぎ転動寿命にも有効な圧縮応力場を形成でき \*

\*る。これにより、表面起点型損傷や通常の内部起点型損傷の発生寿命を大幅に改良できる。

#### 【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例について説明する。

【0017】準高速度鋼であるM50（C：0.83重量%、Si：0.19重量%、Ni：0.08重量%、Cr：4.17重量%、Mo：4.25重量%、V：1.02重量%、残部Fe）製のころを準備した。

【0018】このころの焼戻し過程中に温度580℃で100分のガス軟窒化処理を行なった後、表面に形成された化合物層である白層（厚み10μm以上20μm以下）を除去した試験片を用意した。また、上記のころにガス軟窒化処理を施さない試験片も用意した。ガス軟窒化処理を施した試験片の表面硬度は研磨後（拡散層の状態）でHV1200であった。

【0019】拡散により、表面からの深さが約0.2mmの部分まで明瞭に硬化層（拡散層）が残留していた。また、残留圧縮応力は、表面からの深さが0.05mmの部分（表層）では450MPaであり、表面からの深さが0.1mmの部分では200MPaであり、表面からの深さが0.2mmの部分でほぼ0であった。

【0020】一方、ガス軟窒化処理を行わない試験片では、表面硬度HV800であり、表面からの深さが0.05mmの部分での残留応力はほぼ0であった。

【0021】これらの試験片について表1に示す条件で転動試験を行なった。接触応力値については4155MPaに設定し、市場での軸受の使用条件としてはかなり厳しいものとした。

#### 【0022】

【表1】

試験機	線接触型寿命試験機
試験片	直径φ12mm×長さℓ12mm 外径ストレート
相手試験片	直径φ20mm×長さℓ20mm 外径 R480 (SUJ2)
荷重	13.72kN
接触応力	4155MPa
負荷速度	20400cpm
潤滑	タービン VG68 強制循環給油

【0023】その結果、表2で示すような結果が得られた。

※ 【0024】

※40 【表2】

試片 No.	寿命	
	ガス軟窒化なし	ガス軟窒化あり
試験数	7	7
剥離数	7	3
L10(負荷回数：単位×10 <sup>4</sup> 回)	1326	5567
L50(負荷回数：単位×10 <sup>4</sup> 回)	3179	19633
L10比	1.0	4.2

【0025】表2よりガス軟窒化処理を行なわなかった試験片では、試験を行なった7個すべての試験片が短時間で炭化物を起点とした剥離を生じた。一方、ガス軟窒

化処理と研磨を行なった試験片では、試験を行なった7個中3個の試験片だけが長寿命を示した後に剥離を生じ、4個の試験片は所定時間内で剥離を生じなかった。

すなわち、ガス軟窒化処理を行なった試験片では、ガス軟窒化処理を行なわなかった試験片と比較して4倍以上の長寿命化が達成できた。

【0026】なお、表2中「L10」とは、残存確率が90%、すなわち破損確率が10%に対応する寿命を意味する。また、「L50」は、残存確率が50%に対応する寿命を意味する。また、「L10比」とは、ガス軟窒化を行なったサンプルについての「L10」をガス軟窒化を行なわなかったサンプルの「L10」で割った値を示す。

【0027】また、表2で示したデータは、M50製のものについて示しているが、処理によって大きく硬度が低下しないような鋼のうち、特に、共晶炭化物が応力集中源となって短寿命になる鋼（高速度工具鋼や耐熱鋼、高合金鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼など）に本発明は適用できる。窒化処理もガス軟窒化処理のみならずタフトライド処理などの液相や固相からの拡散を行なうフェライト温度域での窒化処理一般に広く適用できる。\*

\*【0028】また、焼戻し処理中にガス軟窒化処理を行なったが、焼戻し処理後にガス軟窒化処理を行なっても同様の効果が得られることが確認できた。

【0029】以上、この発明について説明したが、ここで示した実施例はさまざまに変形可能である。

【0030】今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上述した実施の形態や実施例に制限されるものではなく特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0031】

【発明の効果】この発明に従えば、共晶炭化物が応力集中源となるのを防ぎ、かつ表面から脱落するのを防止できるとともに、二次硬化現象により高温下でも硬度低下を防止することができるため、高温・高面圧下においても寿命が長い転がり軸受を提供できる。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

F 1 6 C 33/32  
33/34

F 1 6 C 33/32  
33/34